

물은 100도에서 끓는가?



물의 끓는점은 정말 하나의 점인가?

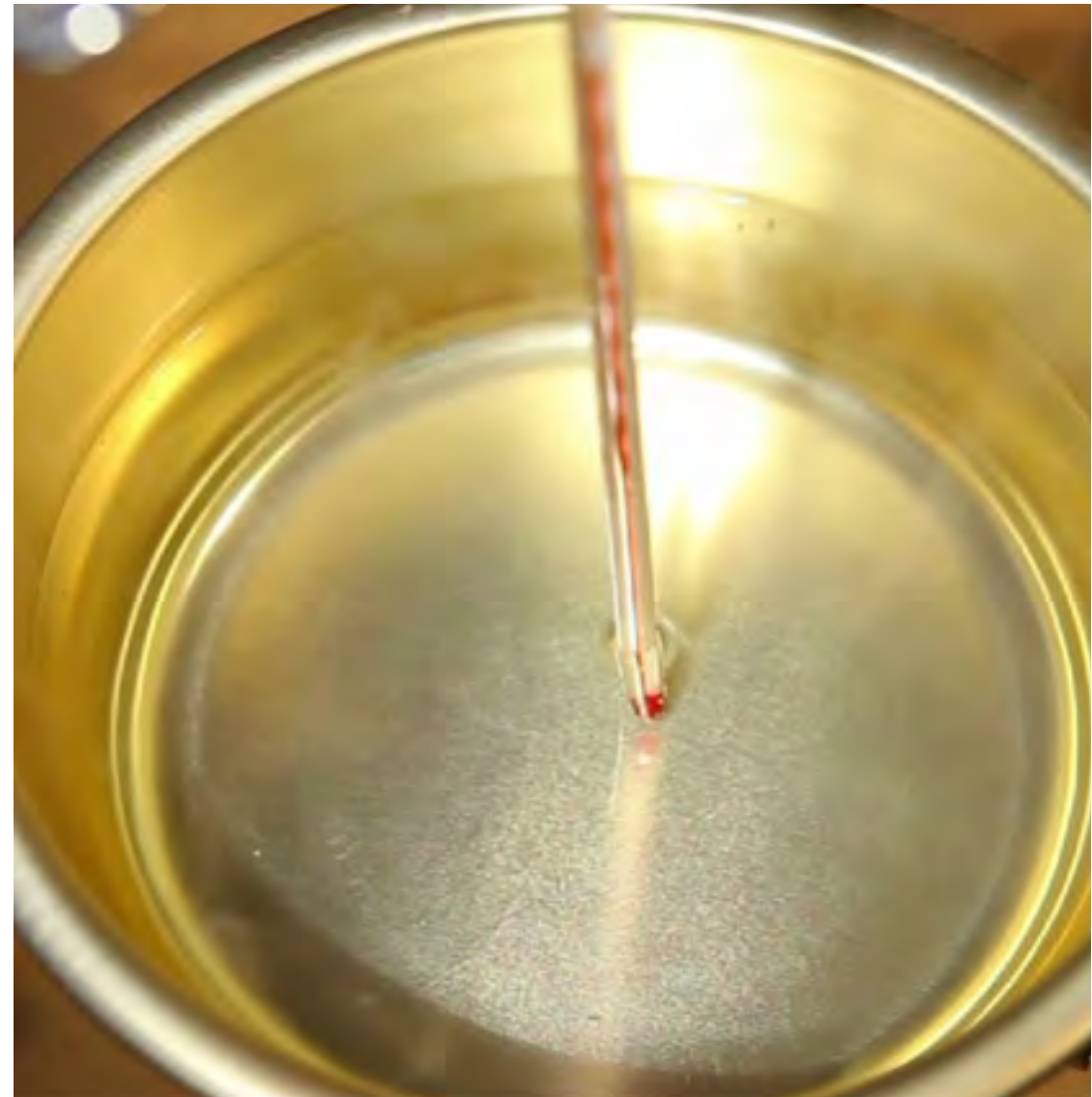
.....



1760년경 제작된
조지 애덤스의 온도계에
표시된 두 가지 끓는점

물을 끓이는 용기가 다르다면?

.....

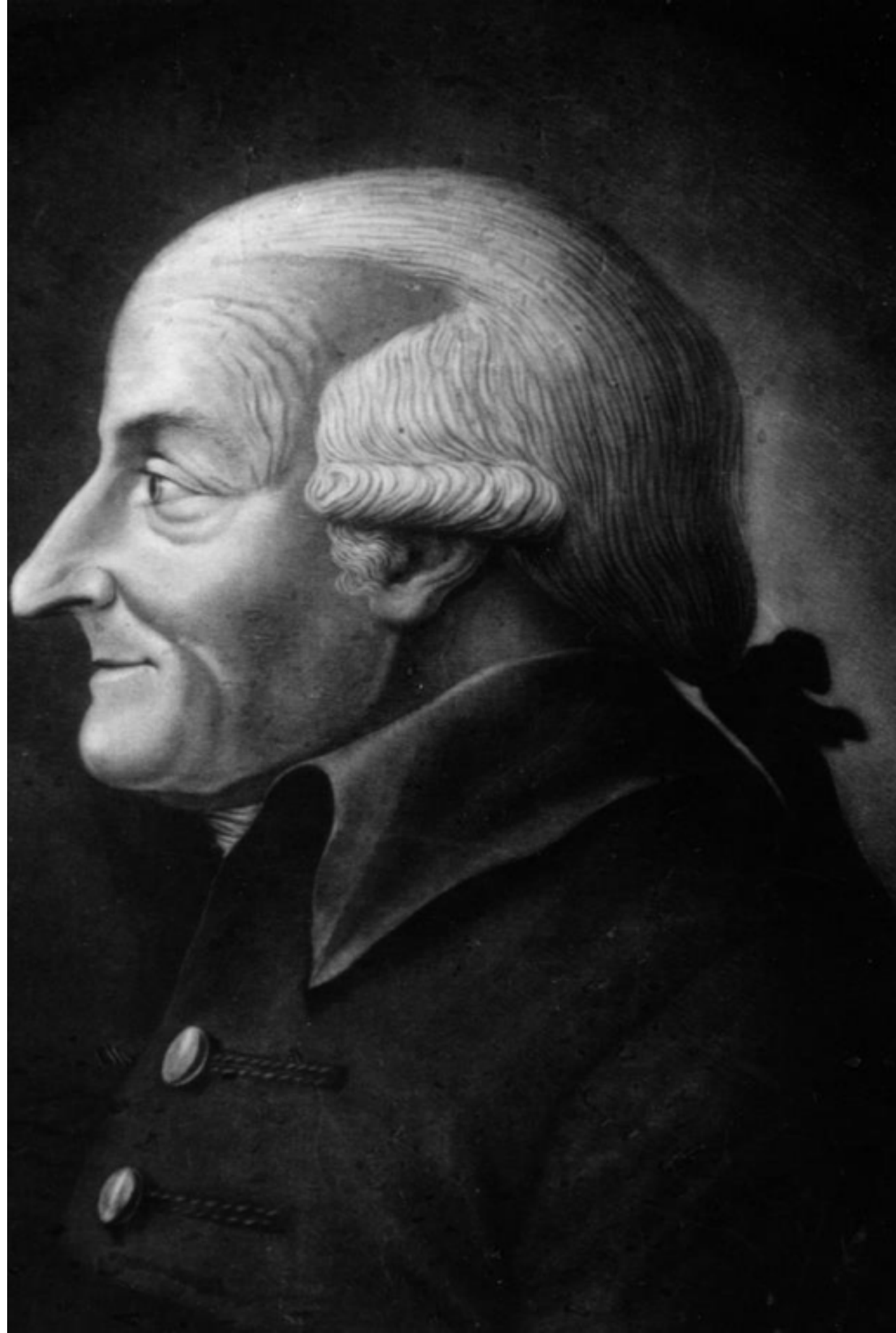


끓는점유리용기 > 끓는점금속용기
(101.232°C) (100°C)

특정한 용기에서는 100°C보다 낮은 온도에서도 끓을 수 있음

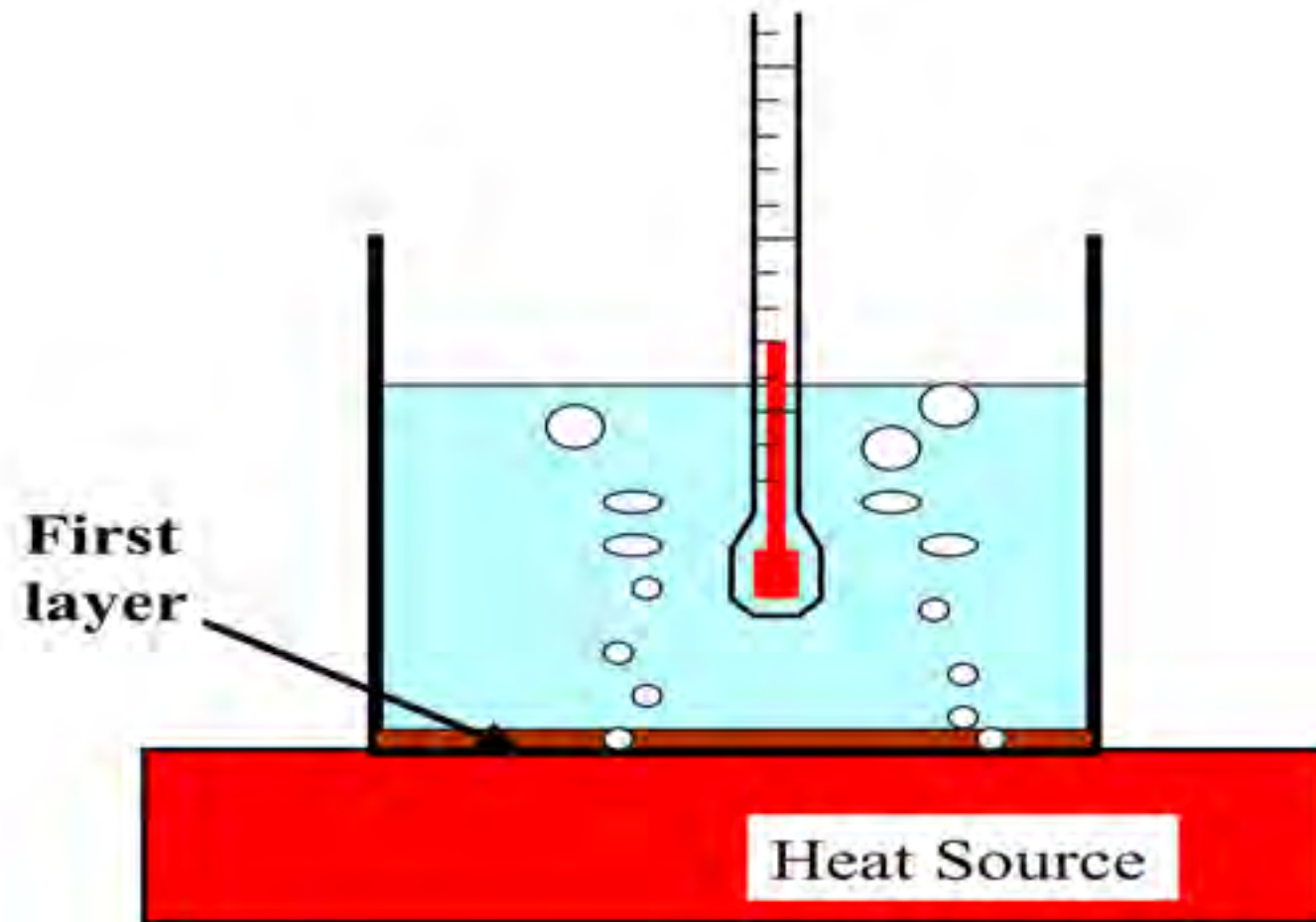
틀룩

(De Luc, 1727-1817)



들룩의 의심

아래층과 윗층의 다른 온도
물에 녹아 있던 기체의 수상
한 역할

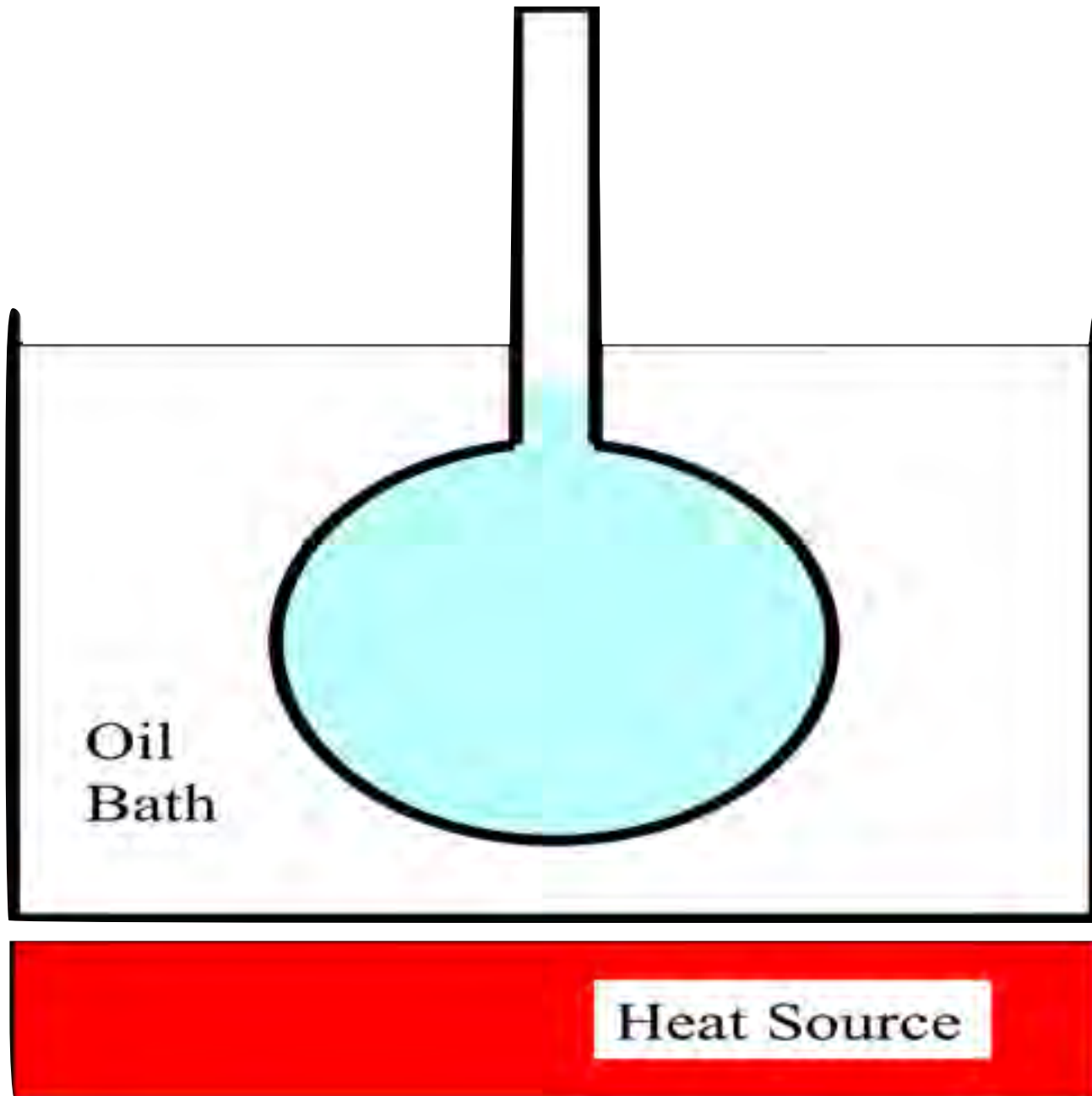


들룩의 “진정한 끓음”

.....

- 물 전체를 느리게 가열하기
- 기체를 제거한 순수한 물 만들기

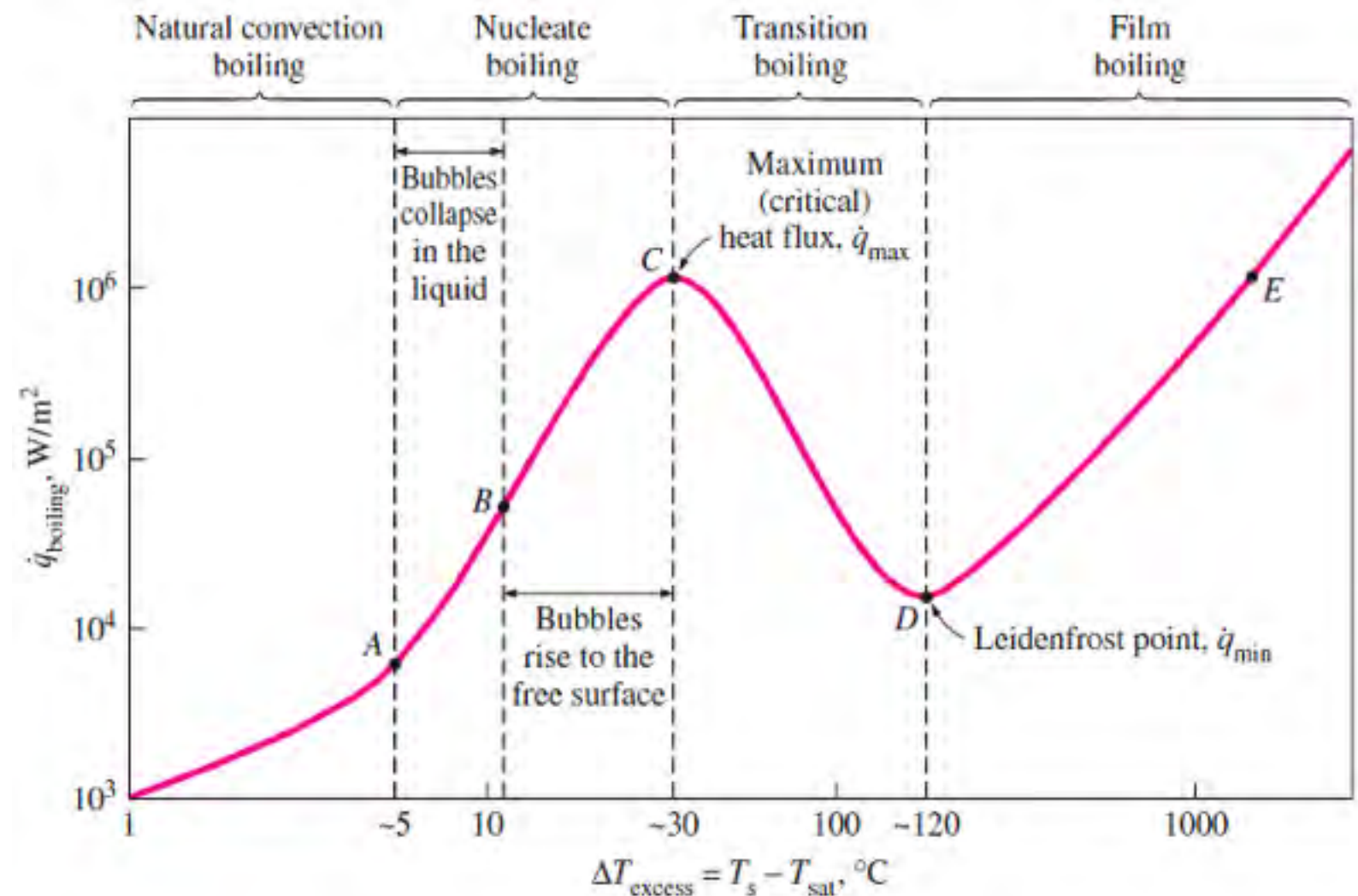
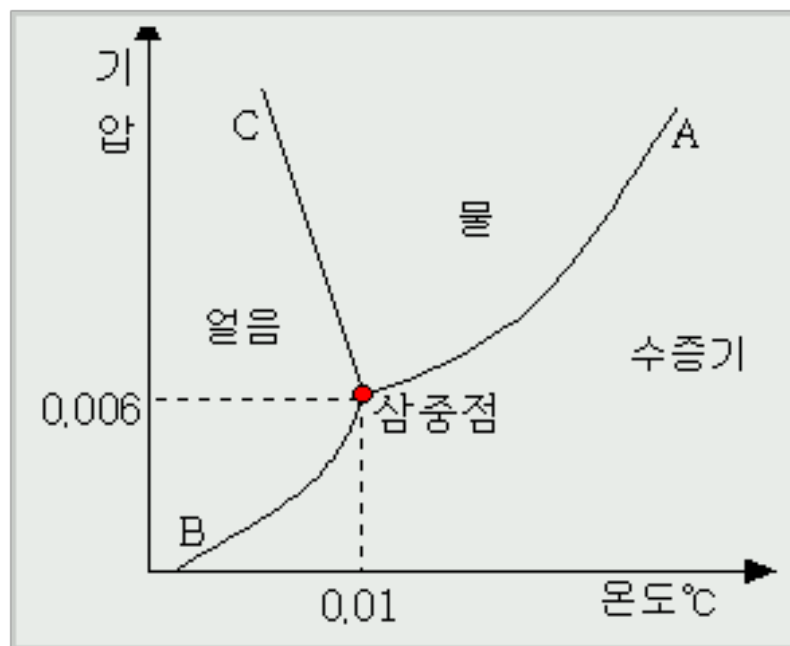
“이 흔드는 것을 4주일간 실시했고 그동안 플라스크를 거의 놓지 않았다. 잘 때나, 시내에서 일을 볼 때나, 두 손이 다 필요한 일을 할 때를 제외하고는 식사도, 독서도, 글쓰기도, 친구들과 만남도, 산책도, 나는 물을 흔들면서 했다.”



NO “TRUE BOILING” POINT

과학 연구와 교육에 대한 함의

- ▶ 물리학 vs. 공학 (다원주의적 접근의 필요성)
- ▶ 이상적인 이론 vs. 실재의 복잡함
- ▶ 정답의 주입보다 탐구가 중요!



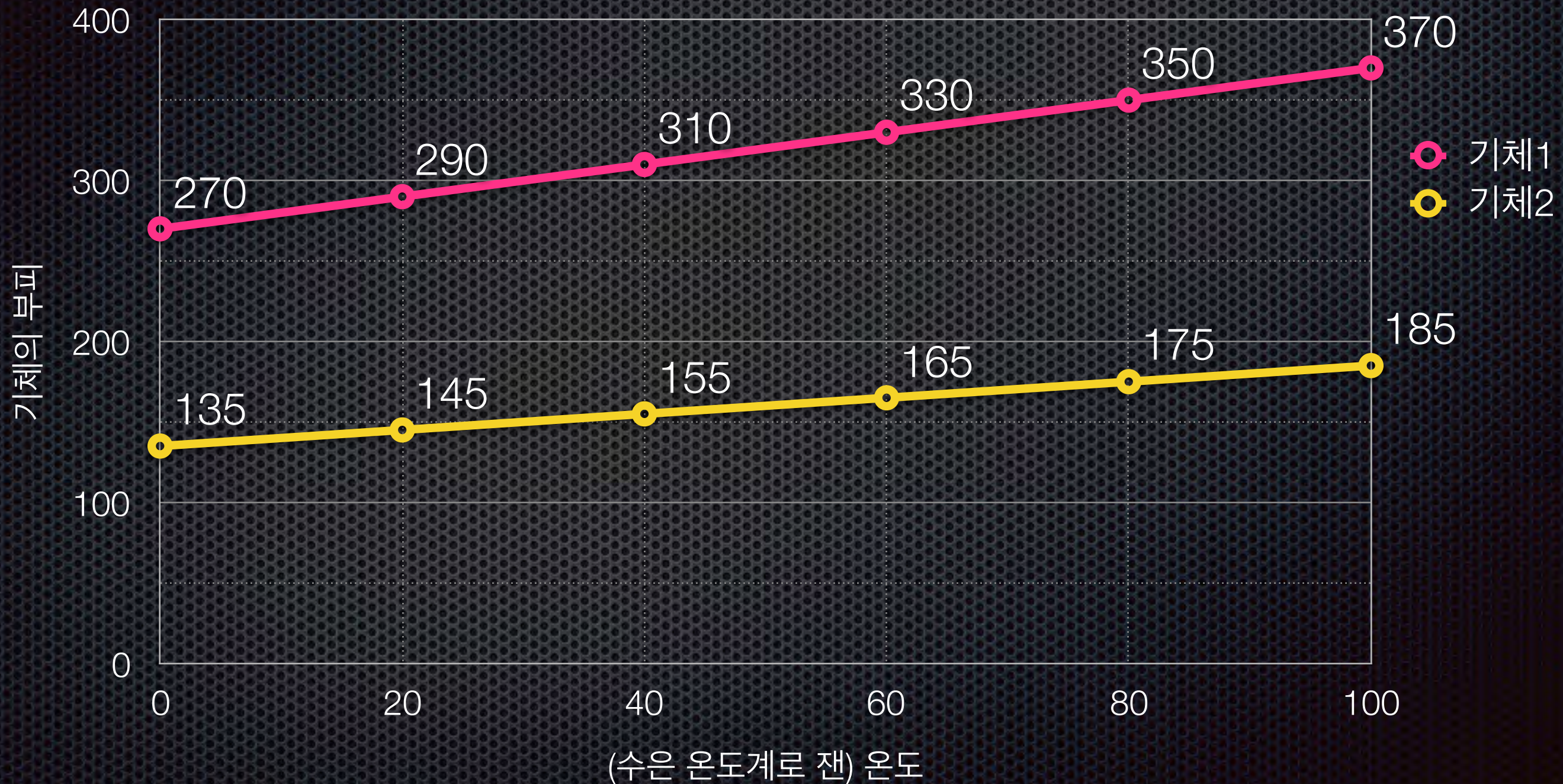
온도계의 제작에 대한 함의

- ▶ 자연상태의 고정점 사용 불가능. 대신 인공적으로 만들어야.
즉, 고정성이 유지되는 분명한 조건을 찾거나 만들어내야.
- ▶ 고정성 변호를 위한 인식적 전략들 : 제거 or 보정 or 무시
- ▶ 다행히, 이러한 전략들은 ‘과가열’과 ‘물의 끓음’을 이해하기 위한
고차원적인 이론들과 무관하게 사용 가능.

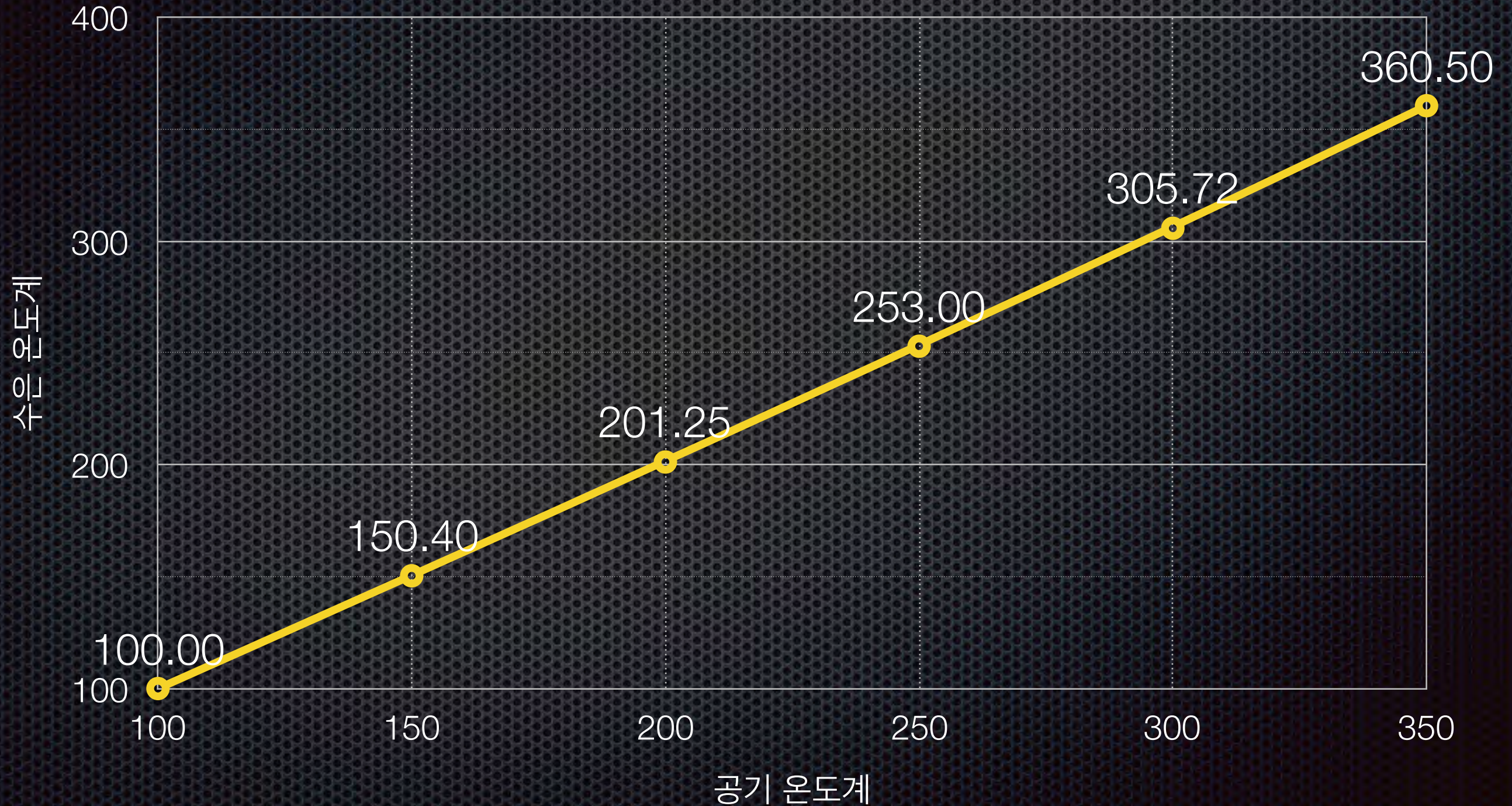
이상적인 온도계를 찾아서

수은 온도계에서 공기 온도계로!

온도계의 새로운 후보 “기체”



공기 온도계 vs. 수은 온도계



빅토르 르노의 비교동등성 시험

같은 온도로 보이는 상황에서 같은 종류의 온도계가
같은 눈금을 가리키는지 확인!

비교동등성 시험 : 수은

탈락

[표 2.4] 다른 유형의 유리로 제작된 수은 온도계들에 대한 르노의 비교

공기 온도계	수은, '슈아자-르-후아' 크리스털	수은, 보통 유리 (5번 온도계) ^a	수은, 녹색 유리 (10번 온도계)	수은, 스웨덴 유리 (11번 온도계)
100 (°C)	100.00	100.00	100.00	100.00
150	150.40	149.80	150.30	150.15
200	201.25	199.70	200.80	200.50
250	253.00	250.05	251.85	251.44
300	305.72	301.08	—	—
350	360.50	354.00	—	—

출처: Regnault 1847, 239의 자료를 표에 맞춰 개작한 것이다.

비교동등성 시험 : 공기

통과

[표 2.5] 다른 공기 밀도로 채워진 공기 온도계들에 대한 르노의 비교

공기 온도계 A		공기 온도계 A'		온도 차이 (A - A')
압력 (mmHg)	온도 기록 (°C)	압력 (mmHg)	온도 기록 (°C)	
762.75	0	583.07	0	0
1,027.01	95.57	782.21	95.57	0.00
1,192.91	155.99	911.78	155.82	+0.17
1,346.99	212.25	1,030.48	221.27	-0.02
1,421.77	239.17	1,086.76	239.21	-0.04
1,534.17	281.07	1,173.28	280.85	+0.22
1,696.86	339.68	1,296.72	339.39	+0.29

출처: Regnault 1847, 181의 자료를 표에 맞춰 개작한 것이다.

빅토르 르노의 결론

- 수은 온도계는 시험 탈락 : 사용된 유리의 종류에 따라 (심지어 같은 종류의 유리를 사용한 온도계 사이에서도) 200°C 너머에서 상당한 차이를 보임. 이는 하나의 '진정한 수은 온도계'라는 것이 없음을 말해줌. 200°C 너머에서 서로 다른 수은 온도계로 잰 온도값들은 같은 온도로 간주될 수 없음. 즉 수은 온도계들은 상호 비교가능한 측정장치가 아니다.
- 공기 온도계는 시험 통과 : 유리의 종류에 따라 차이가 날 위험이 없으며, 다양한 밀도의 공기를 집어넣고 비교해도 그 눈금이 달라지지 않음. 또한 대부분의 단일기체 온도계들도 공기 온도계와 동일하게 작동(황산기체 온도계는 예외). 따라서 공기 온도계들은 상호 비교가능한 측정장치로서, 서로 다른 다른 공기 온도계에서 측정된 온도값은 같은 온도로 간주될 수 있음.

비교동등성 시험의 유일한 가정

단일값의 원리 - 이 원리의 성격은?

공기 온도계와 법칙 의존 측정의 문제는?

보일-샤를의 법칙 vs. 공기 온도계